

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11029772 A

(43) Date of publication of application: 02.02.99

(51) Int. Cl

C09K 19/52

G02F 1/1333

G09F 9/35

(21) Application number: 09185349

(71) Applicant: SEKISUI CHEM CO LTD

(22) Date of filing: 10.07.97

(72) Inventor: ISHIMARU TSUNATOSHI

(54) OPTICAL ELEMENT

(57) Abstract:

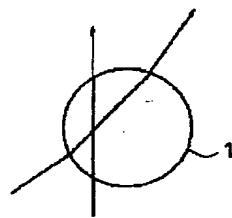
PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical element having a function of anisotropically scattering light and capable of showing a property of anisotropically scattering light while scattering light in all directions and of scattering light in plural directions without laminating several elements by dispersing transparent particles each having an isotropic refractive index in a transparent medium having an anisotropic refractive index.

SOLUTION: By dispersing transparent particles 1 each having an isotropic refractive index in a transparent medium 2 having an anisotropic refractive index, an optical element having a function of anisotropically scattering light is obt'd. owing to the anisotropy of the refractive index of the medium 2. By adjusting the refractive index of the particles having the isotropic refractive index to the range from the min. refractive index to the max. refractive index of the medium, the optical element looks transparent in the direction where the refractive index of the particle is the same as that of the medium since lights can pass straight. In other directions, the optical element looks opaque since lights scatter. When the refractive index of the particle is less than the min. refractive index of the

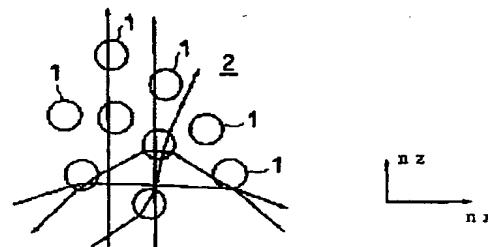
medium 2 or above the max. refractive index of the medium 2, the optical element has a function of scattering light in all directions and it has an anisotropy in scattering condition.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(a)



(b)



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-29772

(43)公開日 平成11年(1999)2月2日

(51)Int.Cl.⁶ 識別記号
C 0 9 K 19/52
G 0 2 F 1/1333
G 0 9 F 9/35 3 2 0

F I
C 0 9 K 19/52
G 0 2 F 1/1333
G 0 9 F 9/35 3 2 0

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-185349

(22)出願日 平成9年(1997)7月10日

(71)出願人 000002174
積水化学工業株式会社
大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号
(72)発明者 石丸 綾敏
埼玉県蓮田市黒浜3535 積水化学工業株式
会社内

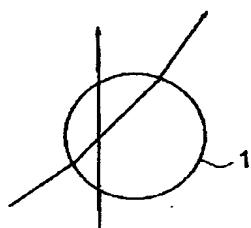
(54)【発明の名称】 光学素子

(57)【要約】

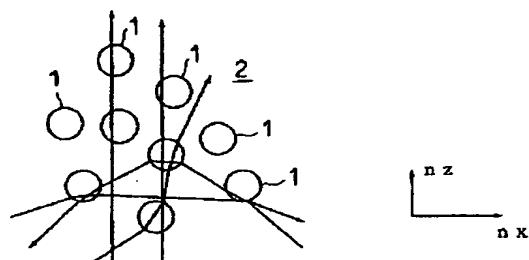
【課題】 異方性光散乱機能を有し、複数枚積層することなく複数の方向に光を散乱させることができる光学素子を提供する。

【解決手段】 屈折率に異方性を有する透明の媒質2に、屈折率が等方な透明もしくは半透明の粒子1を分散させてなる光学素子。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 屈折率に異方性を有する透明の媒質中に、屈折率が等方であり、透明の粒子が分散されていることを特徴とする光学素子。

【請求項2】 請求項1に記載の光学素子が液晶表示セルに搭載されていることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば液晶表示装置において、視野角を拡大し得る用途等に用い得る光学素子に関し、より詳細には、光を所望の方向に散乱させ得る光学素子に関する。

【0002】

【従来の技術】光を散乱させ得るシートとしては、①合成樹脂フィルム表面にエンボス加工を施したもの、あるいは②屈折率が均質な媒質中に、媒質とは異なる屈折率の粒子を分散させたものなどが知られている。

【0003】①エンボス加工を表面に施したシートでは、光の散乱は、様々な傾斜を有するエンボス加工面部からの光の入射あるいは出射の際に、光が屈折し、光の進行方向が変化させられることにより引き起こされている。この場合、エンボスの形状によって、ランダムな出射光を得たり、あるいは規則性を有する出射光を得たりする構成することが可能である。

【0004】他方、②媒質と粒子とに屈折率差を設けるシートでは、媒質と粒子との屈折率差による粒子表面における屈折現象を利用し、光を散乱させている。屈折現象を利用している点において、②屈折率差を有する媒質と粒子とを組み合わせたシートは、①エンボス加工を施した合成樹脂フィルムと共にしているものの、①エンボス加工を利用したフィルムでは、光の進行方向を変化させるのに有効な屈折界面がシート厚み方向に1つまたは2つしか存在しないのに対し、②粒子分散シートでは、粒子濃度及びシートの厚みによって厚み方向に多数の屈折率差を有する界面を構成することができ、従って散乱効率が高められる。しかしながら、②屈折率差を利用したシートでは、散乱機能に方向性をもたらすことは困難である。

【0005】散乱機能に方向性をもたらす、すなわち異方性の散乱機能を有する光学素子が、住友化学工業社より商品名「ルミスティー」の名称で市販されている。この光学素子は、光硬化系樹脂を用いた視界制御フィルムを有し、この視界制御フィルムは、フィルム表面からフィルム表面に対して所定の角度をなすように、かつ相互に略平行に延びるように構成されたブラインド状の層構造を有する。この層構造の屈折率と、層構造間の相の屈折率とが異ならされており、該層構造の延びる方向を制御することにより異方性散乱機能をもたらすことが可能とされている。

【0006】すなわち、入射光の角度により、透過光を

直進光と散乱光とに分離することが可能とされている。言い換れば、ある角度からみた場合には透明に見え、別の角度から見ると白濁して見えるフィルムが得られる。

【0007】上記視界制御フィルムの異方性散乱機能は、特定の方向において上記層構造と層構造間の相とに屈折率差をもたらすことにより、回折現象を引き起こすことによって得られている。

【0008】従って、透過光を直進光あるいは散乱光の何れにするかは上記層構造の延びる方向によって決定され、層構造の延びる方向と略平行な方向に入射した光は散乱され、それ以外の方向からの入射光は直進することになる。また、散乱の度合いについては、層構造における層間隔によって決定することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

①エンボス加工を施した散乱シートや、②媒質に対し、媒質と屈折率の異なる粒子を分散させてなる散乱シートでは、上述した通り、異方性光散乱機能を有しない。従って、特定の方向から入射した光のみを散乱させる用途にこれらの散乱シートを用いた場合、全ての方向に光が散乱されてしまい、散乱を必要としない光までが散乱されることになる。

【0010】他方、回折現象を利用した視界制御フィルムでは、散乱させる方向を複数の方向としたい場合には、視界制御フィルムを複数枚積層しなければならない。視界制御フィルムを積層する場合、粘着剤等を使用する必要があり、積層数が増大すればするほど、歩留りが低下し、かつコストが高くつくことになる。また生産性も低下する。加えて、積層によりフィルム全体の厚みが増大することになり、例えば液晶表示装置などにおいて液晶表示セルに積層する場合、表示装置全体の厚みが増し、表示装置の小型化を図る上で好ましくない。さらに、上記視界制御フィルムは、異方性光散乱機能を有するものの、全方位に光を散乱させつつかつ光散乱特性に異方性をもたらすことは困難であった。

【0011】よって、本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、異方性光散乱機能を有し、かつ全方位に光を散乱させつつ異方性光散乱特性を発揮せたり、複数枚積層することなく複数の方向に光を散乱せたりし得る光学素子を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、屈折率に異方性を有する透明の媒質中に、屈折率が等方であり、透明の粒子が分散されていることを特徴とする光学素子である。また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明に係る光学素子が液晶表示セルに搭載されていることを特徴とする液晶表示装置である。

【0013】以下、本発明の詳細を説明する。本発明において、屈折率に異方性を有する媒質としては、入射し

た光を様々な態様で散乱させるものであるため、透明なものが用いられる。この媒質を構成する材料については、屈折率に異方性を有し、かつ透明とし得る限り特に限定されない。

【0014】屈折率に異方性を有する媒質としては、具体的には、例えば、ポリカーボネート、ポリサルファン、ポリアリレート、ポバールなどの延伸により屈折率に異方性をもたせ得る樹脂：液晶のように外力や外部環境によって容易に特定の均一な配向状態を実現し得るのが用いられ、液晶材料の場合、低分子液晶及び高分子液晶の何れをも用いることができる。

【0015】もっとも、異方性散乱機能を付与する上で、異方性を容易にもたせることができ、かつ異方性の制御を高精度に行い得るため、液晶材料を用いることが好ましい。液晶材料の配向状態を制御する方法についても特に限定されないが、従来より汎用されている方法、すなわち基板表面に配向膜を形成しラビング処理し、該ラビング処理された表面に平行に液晶分子を配置する方法が挙げられる。また、特殊な配向膜を用いることにより、基板面に対して垂直に液晶分子を並べることも可能である。さらに、基板に対して特定の角度をなすように液晶分子を並べようとする場合、ホモジニアス配向された透明電極を有する液晶表示セルに電圧を印加することによって行ってもよい。また、液晶性高分子を、液晶発現温度下で磁場中に配置し、かかる後、冷却することにより液晶性高分子の配向状態を固定する方法を採用することも可能である。

【0016】また、上記媒質としては、低分子量液晶または電圧もしくは磁界に応答し得る液晶性高分子を媒質として用いることにより、電圧もしくは磁場の印加により散乱特性を自由に変化させることができ、好ましい。

【0017】本発明において、屈折率に異方性を有する媒質中に分散させる粒子としては、屈折率が等方な粒子である限り特に限定されるものではない。屈折率が等方な粒子の具体的な例としては、例えば、アクリル系樹脂、架橋ポリスチレン系樹脂などの合成樹脂からなる粒子、ガラス粒子、シリカ粒子などを例示することができる。また、粒子の屈折率については、目的とする散乱特性に応じて適宜選択すればよい。

【0018】次に、種々の散乱特性が得られる本発明の光学素子の実施態様を説明する。第1の実施態様は、屈折率異方性を有する媒質の最大屈折率と最小屈折率との間の屈折率を有する屈折率が等方な粒子を分散させてなる光学素子である。この場合、特定の方向から光学素子を見た場合、透明に見えることとなり、他の方向から光学素子を見ると、散乱されて白濁して見えることになる。これを、図1及び図2を参照して説明する。

【0019】いま、屈折率異方性を有する媒質がシート状物であるとし、該シートの厚み方向をz方向としたx-y-z直交座標を仮定する。この場合に、媒質のx方

向、y方向及びz方向の屈折率n_x、n_y、n_zが、n_x≥n_y=n_zであるように屈折率異方性が与えられているとする。

【0020】他方、媒質に分散されている屈折率が等方な粒子の屈折率をnとし、該屈折率がn_y及びn_zと等しいとすると、y z断面及びx z断面における屈折現象は、それぞれ、図1及び図2に示す通りとなる。

【0021】すなわち、図1(a)に示すように、y z断面では粒子1に入射した光は矢印で示すように直進する。従って、図1(b)に示すように、媒質2中に複数の粒子1が分散されている状態において、y z断面内の様々な方向の光は、全て矢印で示すように直進することになる。すなわち、y z断面では、粒子1と媒質2とに屈折率差が存在しないため、屈折現象が生じず、y z断面内の様々な方向の光は直進する。

【0022】これに対して、x z断面では、図2(a)に示すように、粒子1に入射した光は、z方向に進む光を除いては、屈折率差により屈折する。従って、図2(b)に示すように、媒質2に複数の粒子1が分散されている場合、x z断面内では、z方向の光以外は、粒子1と媒質2との屈折率差により屈折し、散乱することになる。

【0023】よって、粒子の屈折率を、屈折率異方性を有する媒質の何れかの方向の屈折率と等しくすることにより、該何れかの方向に入射した光を直進させることができ、それ以外の方向の光については屈折率差により散乱させることができ、その結果、特定の方向から見た場合に透明であり、それ以外の方向から見た場合に白濁したように見える光学素子を実現することができる。

【0024】言い換えれば、屈折率が等方な粒子の屈折率を、屈折率異方性を有する媒質の最小屈折率以上、最大屈折率以下とすれば、粒子の屈折率が、屈折率異方性を有する媒質の何れかの方向における屈折率と一致することになるため、特定の方向においてのみ光を直進させ、それ以外の方向の光を散乱させる異方性光散乱機能を得ることができる。

【0025】本発明の光学素子の第2の実施態様としては、屈折率異方性を有する媒質の最大屈折率以上、あるいは最小屈折率以下の屈折率を有する粒子を媒質に分散させてなる光学素子が挙げられる。この場合には、分散される粒子の屈折率が、媒質の何れの方向の屈折率とも一致しないことになるため、光は全方位に散乱され、さらに散乱特性自体に異方性をもたせることができる。

【0026】例えば、媒質がある方向において最大屈折率n₁を示し、他のある方向において最小屈折率n₂を示すこととし、(n₁>n₂)、かつ粒子の屈折率nを、n<n₂とする。この場合には、粒子の屈折率nが、媒質のあらゆる方向の屈折率と一致しないため、光は全方位に散乱されることになる。もっとも、粒子の屈折率nが、媒質の最大屈折率n₁よりも最小屈折率n₂

に近いため、最小屈折率方向に近い方向において散乱が弱くなり、最大屈折率方向において強く散乱し、従って散乱特性に異方性がもたらされることになる。

【0027】本発明の光学素子において、上記屈折率が等方性粒子の形状及び大きさについては、特に限定されるものではない。すなわち、散乱特性を強めたい場合には、光の進行方向に複数の粒子が配置されておればよいため、光学素子の厚みよりも小さい粒子を分散させることが望ましい。もっとも、粒子の大きさについては、可視光で光散乱特性を確認した場合に、散乱特性の異方性を認識し得る大きさ以上であることが必要である。

【0028】また、本発明に係る光学素子の厚みについても特に限定されるものではないが、使用する媒質によって均一な異方性が得られない場合があるため、使用する媒質に応じて最適な厚みは異なる。

【0029】本発明に係る光学素子は、媒質中に上記粒子を分散させることを特徴とするものであるが、媒質の厚みがかなり薄い場合には、粒子の分散されている媒質は、ガラス基板や合成樹脂基板などの基板に薄膜として形成されているものであってもよく、あるいは媒質がある程度の厚みを有する場合には、粒子が分散されている媒質自体で他の部品等に組み合わされている形態のものであってもよい。

【0030】また、本発明に係る光学素子は、請求項2に記載の発明のように、液晶表示装置に好適に用いられる。すなわち、請求項2に記載の発明では、上記光学素子が、液晶表示セルに搭載される。この液晶表示セル及び搭載方法については、目的とする特性に応じて適宜変更し得る。すなわち、液晶表示セルに本発明に係る光学素子を直接積層してもよく、他の適宜の透明な層もしくは他の光学機能を有する層を介して液晶表示セルに積層してもよい。

【0031】さらに、上述した電圧もしくは磁場の印加により散乱特性を自由に変化させ得るように光学素子を構成した場合、このような光学素子を液晶表示セルに組み合わせることにより、電圧もしくは磁場の制御により、視野角を制御し得る液晶表示装置を構成することができる。

【0032】

【実施例】以下、本発明の非限定的な実施例を挙げることにより、本発明を明らかにする。なお、以下の実施例及び比較例における屈折率値は、全て波長589.6 nmにおける値である。

【0033】(実施例1) 液晶性化合物($n_{\infty} = 1.527$ 、 $n_e = 1.686$ 、但し n_{∞} 、 n_e は、それぞれ、589.6 nmの波長における異常光屈折率及び通常光屈折率を示す。ガラス転移点 $T_g = 20^{\circ}\text{C}$ 、等方化点 $T_i = 87^{\circ}\text{C}$) 30 gと、平均粒径3.0 μm の球状のガラス粒子(屈折率 $n = 1.525$) 1.5 gとをアニソール100 gに混合し、ホモジナイザーを用いて7

000 rpm × 20分で攪拌し、光学素子調製用溶液を得た。

【0034】この溶液を、表面がラビング処理されたケン化トリニアセチルセルロースフィルム基板上に、スピンドルコーターを用い1000 rpm × 1分の条件で塗工した。上記溶液が塗工されたフィルムを90°Cに設定されたギアオープン中で10分間乾燥し、かかる後、オープン内で70°Cまで冷却し配向を固定した。

【0035】上記のようにして得たフィルムでは、塗工された液晶層の厚みが1.2 μm であり、液晶が均一にホモジニアス配向していた。上記フィルムを法線方向からラビング方向に向かって連続的に角度を変えて観察したところ、法線方向では透明であったフィルムが、法線方向からの角度が増大するにつれて白濁して見えた。次に、フィルムの法線方向からラビング方向と直交する方向に角度を変えて観察したところ、何れの角度においてもほぼ透明であった。

【0036】(実施例2) 実施例1で用意した溶液を用い、表面が垂直配向処理されているガラス基板上に実施例1と同様にして塗工し、塗工されたガラス基板を実施例1と同様にして乾燥・配向固定処理を施した。

【0037】得られたガラス基板上の塗工された層、すなわち液晶層の厚みは1.1 μm であり、液晶性化合物はガラス基板に対して垂直方向に配向していた。上記ガラス基板上の液晶層をガラス基板に対して法線方向から連続的にフィルム水平方向となるまで角度を変えて観察したところ、法線方向では白濁していたのに対し、水平方向に近付くにつれて白濁の度合いが小さくなっていた。また、法線方向から水平方向に角度を変えるに際し、液晶層面内方向の何れの方向に角度を連続的に変化させても、同様の変化が見られた。

【0038】(実施例3) 屈折率 $n = 1.550$ のガラス粒子を用いたことを除いては、実施例1と同様にして溶液を調製し、実施例2と同様に垂直配向処理が施されているガラス基板上に実施例1と同様にして溶液を塗工し、乾燥し、配向固定処理した。

【0039】得られたガラス基板上の液晶層の厚みは1.2 μm であり、液晶性化合物は垂直配向していた。上記ガラス基板上の液晶層を法線方向から連続的にフィルム水平方向に角度を変えて観察したところ、法線方向では白濁していたフィルムが法線方向から約70度傾斜した角度で透明になり、さらに傾斜角度を増すと白濁していた。また、法線方向から液晶層面内の何れの方向に角度を変化させていっても、同様の変化が見られた。

【0040】(実施例4) 配向膜が形成されてラビング処理されている一対の電極付きガラス基板を、互いのラビング方向がアンチパラレルとなるように、かつ両者の間隔すなわちセルギャップが10 μm となるようにしてセルを作製した。

【0041】上記セル内に、予めアクリル系粒子(平均

粒径 $2\mu\text{m}$ 、 $n=1.486$ (589.6 nm) を濃度5重量%で分散させた液晶 (Merck社製、商品名: ZLI-3700-000、 $n_\infty=1.485$ 、 $n_0=1.586$) を封入し、ホモジニアス配向の液晶セルを得た。

【0042】上記液晶セルを法線方向から水平方向にラビング処理方向に沿って観察方向を変化させていったところ、法線方向から数度傾いたところで最も透明となり、さらに角度を増して観察していくと徐々に白濁していった。また、液晶セルの上下の基板間に電圧を印加すると、液晶セル内の液晶分子の配向方向の変化に伴い、透明に見える角度が変化した。

【0043】(実施例5) 液晶として、実施例4とは異なる液晶 (Merck社製、品番: E-70、 $n_\infty=1.527$ 、 $n_0=1.714$) を用い、その他は実施例4と同様にして液晶セルを作製した。この液晶セルを様々な角度から観察したが、透明に見える角度は存在しなかった。次に、液晶セルに法線方向から直線光を入射し、出射光分布をラビング方向を含む平面とそれに直交する平面で比較したところ、ラビング方向では40度程度、直交方向では25度程度の広がりが見られ、光の散乱特性に異方性が見られた。

【0044】(実施例6) 実施例2で得た光学素子シートを240度ねじれのSTN液晶ディスプレイの前側偏光板と位相差板との間に搭載した。

【0045】この液晶ディスプレイに関し、正面と、正面から60度のそれぞれの位置からの表示の視認性と8階調表示における階調反転領域の測定、並びに正面輝度の拡散層搭載前後の変化の測定を行った。

【0046】正面における視認性は表示の滲みもなく良好であった。また、正面から60度傾けた場合の視認性評価では、滲みが若干あるものの表示は良好であった。階調反転領域は60度以上の領域であった。また、正面輝度は、光学素子シート搭載前に比べ94%であった。

【0047】(実施例7) 実施例2で得た光学素子シートをTFT液晶ディスプレイの前側偏光板と液晶表示セルとの間に搭載した。実施例6と同様にて評価したところ、正面における視認性評価では滲みがなく良好であり、60度傾けた視認性評価では、実施例6と同様に、若干の滲みがあるものの良好であった。階調反転領域は液晶ディスプレイ下方の50度以上であった。また、正面輝度は搭載前に比べて97%となっていた。

【0048】(比較例1) ポリカーボネート(屈折率が等方、屈折率 $n=1.586$) 150gと、メタクリレート樹脂系粒子(平均粒径 $3.0\mu\text{m}$ 、 $n=1.492$) 50gとを、塩化メチレン600gに混合し、ホモナイザーを用いて $7000\text{ rpm} \times 20\text{ 分}$ の条件で攪拌し、溶液を調製した。

【0049】この溶液をアクリレーターを用いてガラス基板上に塗工し、40°Cに設定されたギアオープン内で

10分間乾燥した。このようにして、厚み $25\mu\text{m}$ の白色フィルムを得た。

【0050】上記白色フィルムを角度を変化させつつ観察したが、白濁の状態は観察する角度によって変化しなかった。また、実施例5と同様にして、フィルムに対していくつかの方向についての光散乱特性を比較したが、異方性は見られず、何れの方向においても、30度程度の広がりをもっていた。

【0051】(比較例2) 比較例1で得た光学素子シートを、240度ねじれのSTN液晶ディスプレイの前側偏光板と位相差板との間に搭載した。この液晶ディスプレイについて、実施例6と同様にして評価した。その結果、正面における視認性評価では、表示に滲みが見られ、10.5ポイント以下の比較的画数の多い漢字については明瞭に認識できなかった。また、正面から60度傾斜させて視認性を評価した場合には、同様に滲みがあり、10.5ポイント以下の比較的画数の多い漢字については認識できなかった。階調反転領域は60度以上の領域であった。正面輝度は、搭載前に比べて57%に低下していた。

【0052】(比較例3) 比較例1のシートをTFT液晶ディスプレイの前側偏光板と液晶セルとの間に搭載し、実施例6と同様にして評価した。その結果、正面における視認性評価では、表示に滲みがあり、6ポイント以下の比較的画数の多い漢字は認識できなかった。また、正面から60度傾斜した方向から観察した場合の視認性評価では、同様に滲みがあり、9ポイント以下の比較的画数の多い漢字を認識することができなかった。階調反転領域は液晶ディスプレイ下方の50度以上であった。正面輝度は、搭載前に比べて搭載後は59%に低下していた。

【0053】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、屈折率に異方性を有する透明の媒質中に、屈折率が等方であり、透明の粒子が分散されているため、媒質の屈折率異方性により、異方性光散乱機能を有する光学素子を提供することができる。しかも、上記屈折率が等方な粒子の屈折率を制御することにより、様々な異方性散乱機能を有する光学素子を提供することができる。

【0054】例えば、屈折率が等方な粒子の屈折率を、媒質の最小屈折率～最大屈折率の範囲とすることにより、粒子の屈折率が媒質の屈折率と一致する方向では、光を直進させることができ、該方向から観察した場合に透明であり、その他の方向では光が散乱し、白濁して見える光学素子を構成することができる。また、粒子の屈折率を、媒質の最小屈折率未満、最大屈折率超の何れかとした場合には、全方向にわたって散乱機能を有し、しかも散乱状態に異方性を有する光学素子を提供することができる。

【0055】従って、媒質の屈折率異方性及び屈折率

値、並びに粒子の屈折率を制御することにより、様々な異方性光散乱機能を有する光学素子を得ることができるるので、液晶表示装置などの様々な表示装置や光学機器において、要求される光散乱特性に応じた光学素子を容易に構成することができる。

【0056】請求項2に記載の発明に係る液晶表示装置では、液晶表示セルに請求項1に記載の発明に係る光学素子が搭載されているため、液晶表示セルに応じて、最適な異方性光散乱機能を有する光学素子を組み合わせることができるので、正面透過光量を低下させることなく、階調反転の起こる領域のみで散乱光とすることができ、かつ正面における視認性を低下させることなく視野角を拡げることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)及び(b)は、それぞれ、請求項1に記載の発明に係る光学素子において、媒質の屈折率と粒子の屈折率とが等しい断面における光の進行状況を説明するための各断面図。

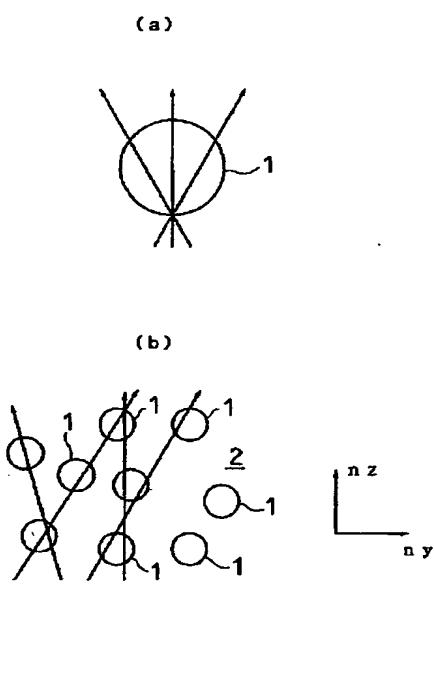
【図2】(a)及び(b)は、それぞれ、請求項1に記載の発明に係る光学素子において、媒質の屈折率と粒子の屈折率とがZ軸方向でのみ一致しているXZ断面における光の進行状況を説明するための各断面図。

【符号の説明】

1…粒子

2…媒質

【図1】



【図2】

